

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES POUR L'ACQUISITION D'UNE SOURCE DE RAYONS X MONOCHROMATIQUE DANS LE CADRE DE L'ANR NAPTME

Date de diffusion	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Modifications
22/04/2026	Scientifique de ligne	Groupe Achats Responsable du groupe Achats	Directeur scientifique	
Destinataires	Soumissionnaires			

PUBLIC

La version électronique fait foi.



TABLE DES MATIERES

1. PRESENTATION DU SYNCHROTRON SOLEIL	3
2. OBJET DE LA FOURNITURE	4
3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.....	4
3.1. CARACTERISTIQUES DU RAYONNEMENT	4
3.1.1. ÉNERGIE DES RAYONS X	4
3.1.2. TAILLE DU FAISCEAU	4
3.1.3. MONOCHROMATISATION	5
3.2. FLUX ET STABILITE	5
3.2.1. FLUX PHOTONIQUE	5
3.2.2. STABILITE	5
3.3. CONDITIONS DE VIDE, D'INTEGRATION MECANIQUE ET DE FONCTIONNEMENT	5
3.3.1. COMPATIBILITE ULTRAVIDE.....	5
3.3.2. INTERFACE MECANIQUE ET DONNEES GEOMETRIQUES IMPOSEES	5
3.3.3. VERIFICATION DE COMPATIBILITE ET INTEGRATION MECANIQUE	9
3.3.4. POSITIONNEMENT DU POINT FOCAL	9
3.3.5. REFROIDISSEMENT DE LA SOURCE	10
3.4. CONTRAINTES MECANQUES GENERALES	10
3.5. ALIMENTATION ELECTRIQUE ET CONTROLE	10
3.6. SECURITE	10
4. DOCUMENTATION A FOURNIR	11
5. CRITERES DE RECEPTION	11

1. PRESENTATION DU SYNCHROTRON SOLEIL



SOLEIL¹ est le centre français de rayonnement synchrotron situé sur le plateau de Saclay près de Paris.

Il s'agit d'un instrument pluridisciplinaire et d'un laboratoire de recherche ayant pour mission de conduire des programmes de recherche en utilisant le rayonnement synchrotron, de développer une instrumentation de pointe sur les lignes de lumière et de mettre celles-ci à la disposition de la communauté scientifique.

Le synchrotron SOLEIL, outil unique à la fois en matière de recherche académique et d'applications industrielles, a ouvert en 2008. Il est utilisé annuellement par plusieurs milliers de chercheurs français et étrangers (utilisateurs) à travers un large éventail de disciplines telles que la physique, la biologie, la chimie, l'astrophysique, l'environnement, les sciences de la terre, etc. SOLEIL s'appuie sur une source de rayonnement remarquable à la fois en termes de brillance et de stabilité.

Cette Très Grande Infrastructure de Recherche (TGIR), partenaire de l'Université Paris-Saclay, est constituée en société « civile » fondée conjointement par le CNRS² et le CEA³.

Pour plus de détails, on pourra se reporter au site web : <http://www.synchrotron-soleil.fr/>

¹ SOLEIL : Source Optimisée de Lumière d'Energie Intermédiaire du LURE* (*Laboratoire d'Utilisation du Rayonnement Électromagnétique)

² CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

³ CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

2. OBJET DE LA FOURNITURE

La présente consultation porte sur la fourniture d'une **source de rayons X monochromatique** destinée aux applications de spectroscopie de photoélectrons (PES / XPS), délivrant un faisceau de **rayonnement Al K α monochromatisé** vers une chambre d'analyse sous ultravide (UHV) existante.

Cette fourniture sera réalisée pour le compte de la ligne de lumière TEMPO du Synchrotron SOLEIL situé à L'Orme des Merisiers – Départementale 128 – 91190 Saint-Aubin.

La source devra être **pleinement compatible avec la géométrie, les interfaces mécaniques et les conditions de fonctionnement de la chambre existante**.

Les plans détaillés de la chambre seront fournis aux soumissionnaires afin de leur permettre de vérifier l'intégration complète de leur solution.

La fourniture devra inclure l'ensemble des éléments nécessaires au fonctionnement du système, incluant notamment :

- Anode de rayons X (aluminium),
- Monochromateur (à cristal ou technologie équivalente),
- Alimentation haute tension,
- Électronique de contrôle et de sécurité,
- Éléments mécaniques de fixation,
- Documentation technique complète.

3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

3.1. Caractéristiques du rayonnement

3.1.1. ÉNERGIE DES RAYONS X

- Exigence principale : émission **Al K α monochromatique à 1486,6 eV**.
- Une éventuelle capacité d'anode multiple (par ex. Al/Mg) pourra être proposée comme option, sans caractère obligatoire.

3.1.2. TAILLE DU FAISCEAU

- **Taille requise du faisceau au niveau de l'échantillon : ≤ 1 mm (FWHM)**, de forme circulaire ou elliptique.
- Le soumissionnaire devra préciser :
 - la taille du faisceau pour une distance de travail donnée,
 - l'homogénéité spatiale,
 - les possibilités éventuelles de réglage de la focalisation.

3.1.3. *MONOCHROMATISATION*

- Le rayonnement devra être **monochromatisé** à l'aide d'un monochromateur à cristal ou d'une solution optique équivalente.
- Le soumissionnaire précisera :
 - le pouvoir de résolution énergétique,
 - la suppression des raies satellites,
 - le flux photonique disponible sur l'échantillon après monochromatisation.

3.2. Flux et stabilité

3.2.1. *FLUX PHOTONIQUE*

- Le système devra fournir un flux photonique adapté aux mesures XPS standards utilisant un analyseur hémisphérique moderne.
- Le soumissionnaire indiquera :
 - le flux total (photons/s) au niveau de l'échantillon,
 - la puissance appliquée à l'anode,
 - les conditions nominales de fonctionnement.

3.2.2. *STABILITE*

- Dérive du flux : $\leq 2 \%$ sur 8 heures (ou valeur standard constructeur).
- Stabilité énergétique : ≤ 50 meV (ou valeur spécifiée par le constructeur).

3.3. Conditions de vide, d'intégration mécanique et de fonctionnement

3.3.1. *COMPATIBILITE ULTRAVIDE*

- La source devra être compatible avec un fonctionnement en ultravide (UHV).
- Performances attendues :
 - Pression de fonctionnement en émission X : $\leq 5 \times 10^{-8}$ mbar (ou valeur constructeur),
 - Pression de base compatible avec une chambre opérant typiquement dans la gamme 10^{-10} à 10^{-9} mbar.
- Tous les matériaux devront être compatibles UHV (faible dégazage).

Le fabricant précisera les besoins en pompage, y compris le recours éventuel à un **pompage différentiel**.

3.3.2. *INTERFACE MECANIQUE ET DONNEES GEOMETRIQUES IMPOSEES*

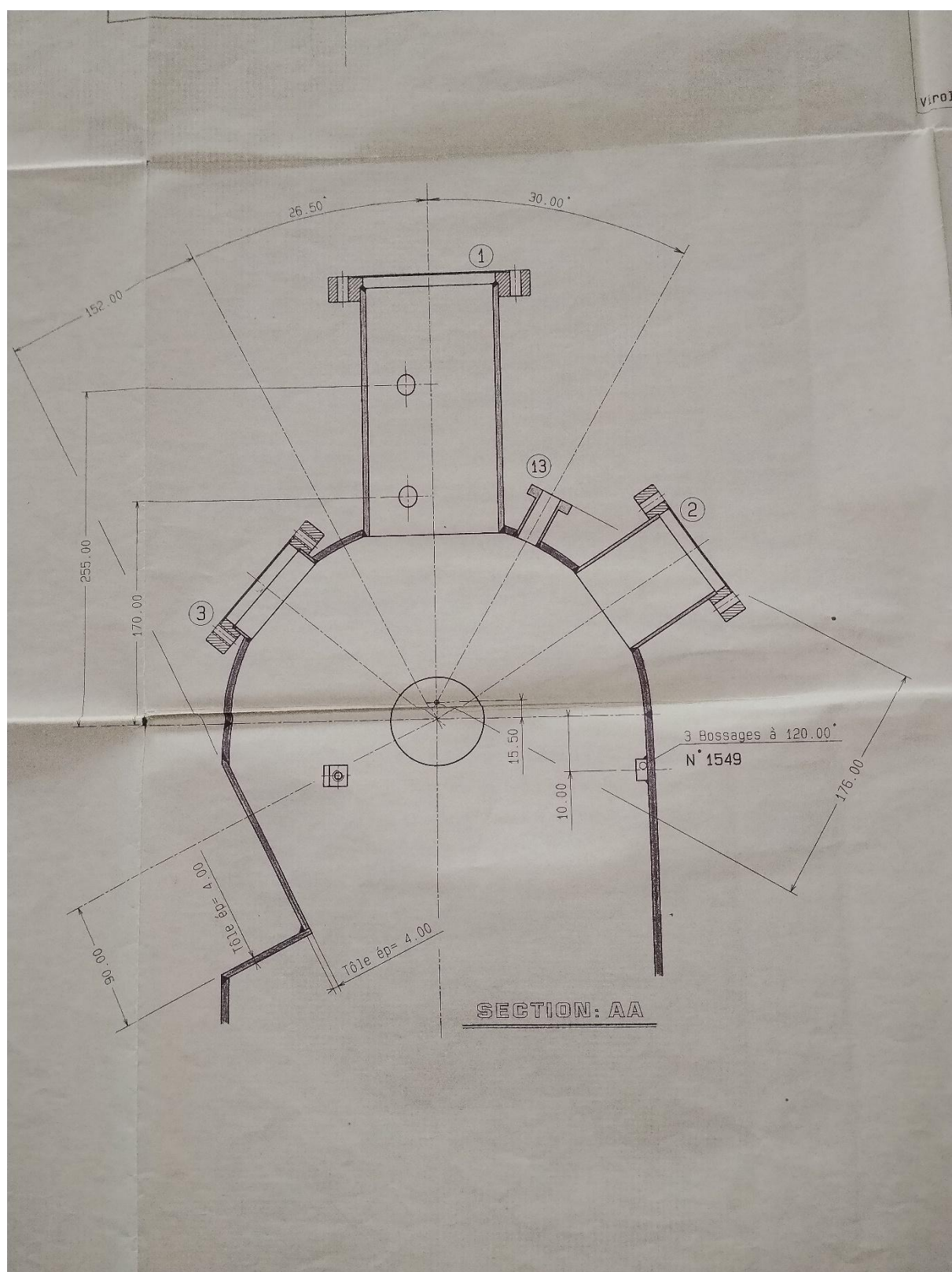
- La **distance entre le centre de la chambre et la face de la bride de fixation de la source** est de **171,5 mm**.

- La **bride de fixation côté chambre** est de type **CF 63**.
- **Sauf dans le cas d'une bride tournante**, la bride de la source et ses perçages devront être **alignés** avec ceux de la bride correspondante de la chambre.
- L'alignement des perçages est défini par l'**axe vertical de référence de la chambre**.

Un **schéma de découpe de la chambre avec les cotes** est fourni ainsi qu'une **nomenclature des brides**, précisant pour chacune :

- le type et la taille de bride,
- la distance au centre de la chambre,
- les angles de positionnement α (**alpha**) et β (**bêta**).

Des plans complémentaires peuvent être fournis sur demande.



NOTA

- A) RESPECTER LES TOLERANCES DE POSITION
PAR RAPPORT A LA BRIDE REP: 16
(PERPENDICULARITE)
- B) LES BRIDES REP: 5 & REP: 11 SERONT PARFAITEMENT ALIGNES
(Transfert sur manipulateur)
- C) SAUF INDICATION CONTRAIRE LES TROUS DE BRIDES SERONT ALIGNEES
DANS L'AXE VERTICAL DE LA CHAMBRE
(SAUF REP: 4, REP: 19, REP: 20)
- D) TAUX DE FUITE MINIMUM GARANTI
 $\leq 2.10^{-10}$ atm cm³ S⁻¹
- C) DANS LA SECTION: E DE LA BRIDE REP: 4, LE TUBE INTERIEUR
SERA DE $\varnothing$ 46.00 exter x 42,20 inter, IL SERA EN OUTRE LISSE
ET SANS SOUDURE, LA SOUDURE SERA EXTERIEURE.
- D) Matière : Z2 CND 17-12 (AISI 316L)

REP	DN	$\varnothing$ Tube	Lg Tube	Distance bride/ Centre chambre	Angle β°	Angle α°	Affectation
1	100CF	$\varnothing$ 104.00 x 2.00	190.00	340.00	0.00°	0.00°	LENS ASSY
2	63CF	$\varnothing$ 73.00 - $\varnothing$ 68.00	76.00	231.00	57.00°	0.00°	LEG200
3	63CF	$\varnothing$ 76.10 x 2.00	17.00	171.50	50.00°	180.00°	MONOCHROMATOR 1/2 M
4	35CF/T	Voir SECTION: E	35.00	176.00	60.00°	225.00°	XRAY SOURCE
5	63CF	$\varnothing$ 76.00 x $\varnothing$ 68.00	48.00	207.50	90.00°	270.00°	CLT Transfert
6	35CF	$\varnothing$ 45.00 x 2.00	56.00	210.00	50.00°	285.00°	UPS SOURCE
7	35CF	$\varnothing$ 45.00 x 2.00	50.00	204.00	40.00°	45.00°	FLOOD GUN
8	35CF	$\varnothing$ 45.00 x 2.00	46.00	200.00	50.00°	135.00°	IONS SOURCE
9	100CF	$\varnothing$ 104.00 x 2.00	74.00	230.00	70.00°	40.00°	VIEWPORT
10	35CF	$\varnothing$ 45.00 x 2.00	46.00	200.00	40.00°	90.00°	CCD CAMERA
11	100CF	$\varnothing$ 104.00 x 2.00	45.00	203.00	90.00°	90.00°	MANIPULATOR
12	16CF/T	Lg= 20.30	-----	170.00	30.00°	113.00°	FIBRE OPTIC LIGHT
13	16CF/T	Lg= 20.30	-----	Voir SECTION: A	30.00°	330.00°	IRIS SHUTTER
14	35CF	$\varnothing$ 45.00 x 2.00	56.00	210.00	50.00°	315.00°	VIEWPORT
15	35CF	45.00 x 2.00	46.00	200.00	90.00°	135.00°	11 PIN FEEDTHROUGH
16	BCF300	$\varnothing$ 300.00 inter x 5.00	258.00	-----	-----	-----	
17	16CF/T	Voir SECTION : B	-----	-----	90.00°	248.00°	LENS FEEDTHR. UPPER
18	16CF/T	Voir SECTION : B	-----	-----	90.00°	248.00°	LENS FEEDTHR. LOWER
19	35CF/T	$\varnothing$ 45.00 x 2.00	56.00	Voir PLAN	90.00°	-----	DIFF. SPRAY
20	35CF/T	$\varnothing$ 38.00 x 1.50	22.00	175.00	90.00°	245.00°	XRAY Bypass PUMPING

3.3.3. VERIFICATION DE COMPATIBILITE ET INTEGRATION MECANIQUE

Le fabricant devra :

- vérifier explicitement la **compatibilité mécanique et géométrique** de la source proposée avec la chambre existante,
- fournir obligatoirement une **vue 3D de l'intégration complète** (source, adaptateurs éventuels et chambre) permettant de vérifier :
 - l'alignement correct de la bride (ou le recours à une bride tournante),
 - l'encombrement interne et externe,
 - l'absence d'interférences mécaniques,
 - l'orientation correcte du faisceau X vers l'échantillon.

La fourniture de cette validation 3D est **requis** pour l'acceptation de l'offre.

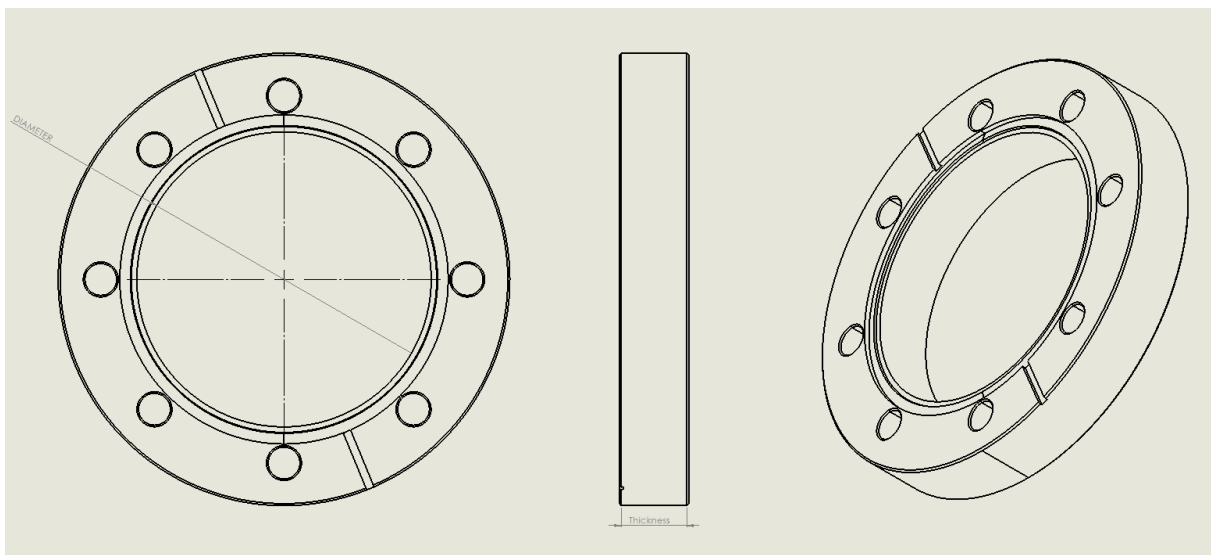
3.3.4. POSITIONNEMENT DU POINT FOCAL

Le système devra permettre de placer l'échantillon au point focal de la source X.

Le fabricant devra :

- soit proposer en option une pièce d'adaptation dédiée,
- soit préciser clairement dans son offre :
 - l'**épaisseur exacte** de la bride ou de l'adaptateur requis,
 - le **diamètre intérieur de la bride double couteau (CF)** nécessaire à l'intégration.

Image de la bride d'interface possible :



3.3.5. REFROIDISSEMENT DE LA SOURCE

Les sources de rayons X monochromatiques nécessitant généralement un **refroidissement actif**, le soumissionnaire devra :

- soit inclure dans son offre un **chiller compatible**,
- soit définir précisément les **spécifications du système de refroidissement requis**.

Les éléments suivants devront être précisés :

- puissance thermique à extraire (W),
- débit nominal requis (L/min),
- plage de température de fonctionnement et de régulation (°C),
- exigences sur la qualité de l'eau,
- pressions admissibles,
- type de connexions hydrauliques,
- capteurs de débit et de température,
- intégration des interverrouillages de sécurité.

3.4. Contraintes mécaniques générales

- La source devra être intégrable sur la chambre sans dégradation de ses performances nominales.
- Les interfaces devront respecter les standards UHV (brides CF, matériaux compatibles).

3.5. Alimentation électrique et contrôle

Une alimentation compatible laboratoire (230 V – 50 Hz ou équivalent) devra être proposée en option par le soumissionnaire.

- Le système devra inclure :
 - régulation haute tension,
 - contrôle du courant d'émission,
 - interverrouillages de sécurité (vide, refroidissement, état chambre),
 - possibilité de commande à distance.

3.6. Sécurité

Le système devra intégrer :

- protections haute tension,
- blindage rayons X conforme aux normes en vigueur,

- sécurités thermiques et de refroidissement,
- dispositifs d'arrêt d'urgence.

4. DOCUMENTATION A FOURNIR

Chaque offre devra comprendre :

1. Fiche technique détaillée, avec description de la source et des sécurités mises en place (interlock).
2. Attestation d'exemption des régimes administratif du Code de la Santé Publique sur lequel doit être mentionné la HT qui doit être inférieure à 30 kV et que l'équipement ne présente en aucun point situé à une distance de 0,1 m de sa surface accessible à pleine puissance un débit d'équivalent de dose inférieur à 1 $\mu\text{Sv/h}$.
3. Plans mécaniques 2D et 3D (si disponibles),
4. Liste des utilités requises,
5. Procédure d'installation,
6. Conditions de garantie et maintenance,
7. Délais et modalités d'installation.

5. CRITERES DE RECEPTION

La réception définitive sera conditionnée à :

- l'installation correcte sur la chambre existante par le Titulaire,
- **la vérification d'une taille de faisceau $\leq 1 \text{ mm}$ (FWHM),**
- la confirmation du rayonnement Al K α monochromatique,
- la démonstration d'un fonctionnement stable et sécurisé
- la formation des utilisateurs de SOLEIL.